

US01 ORIGINAL NON-PROVISIONAL APPLICATION

Application Based on:

Docket No. 81515LPK

Attorney: Lawrence P. Kessler

Inventors: Karlheinz Peter
Rolf Spilz
Patrick Metzler
Stefan Theden

**EINRICHTUNG ZUR ERFASSUNG DER LAGE EINER KANTE
EINES TRANSPARENTE MATERIALS,
BAHNKANTENSTEUERUNG UND DRUCKMASCHINE**

Commissioner for Patents
ATTENTION: BOX PATENT APPLICATION
Washington, D.C. 20231

Express Mail Label No.: EL832730515US

Date: November 20, 2001

Einrichtung zur Erfassung der Lage einer Kante eines transparenten Materials, Bahnkantensteuerung und Druckmaschine

5

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Erfassung der Lage einer Kante eines transparenten anisotropen Materials bestehend aus mindestens einem Sensor mit einer Licht-
 10 quelle, zwei Polarisationsfiltern mit um 90° gekreuzten Transmissionsachsen sowie einem Lichtempfänger, wobei sich die Lichtquelle und ein Polarisationsfilter auf einer Seite der zu erfassenden Kante und der zweite Polarisationsfilter und der Lichtempfänger auf der anderen Seite befinden.

15 Die Erfindung betrifft weiterhin eine Bahnkantensteuerung mit einer derartigen Einrichtung, einer Steuereinrichtung und einer Bahnkantenregulierungseinrichtung sowie eine Druckmaschine mit einer derartigen Bahnkantensteuerung.

Zur Erfassung der Lage der Kante eines transparenten Materials ist es aus der
 20 US 5, 751, 443 bekannt, Licht derart auf das transparente Material zu richten, daß es reflektiert wird und dann das reflektierte Licht zu erfassen, um dadurch die Lage einer Kante zu ermitteln. Das Problem eines nach dieser Methode arbeitenden Sensors besteht darin, daß infolge einer Verschmutzung des Materials die Reflexionseigenschaft nachläßt und dadurch die Erfassung der Lage einer Kante ungenau oder unmöglich wird.
 25 Dies ist insbesondere bei umlaufenden Bahnen der Fall, die Güter transportieren, wie bei Druckmaschinen, insbesondere elektrophotografischen Druckmaschinen, die mit einer transparenten Bahn zur Förderung von Drucksubstraten ausgestattet sind. Derartige Bahnkanten müssen jedoch erfaßt werden, um die Lage der Bahn zu regeln.

Zur Lösung dieses Problems wurde von der DE 199 06 154.8 eine Einrichtung der eingangs genannten Art vorgeschlagen. Das Funktionsprinzip besteht darin, daß bei Polarisationsfiltern, die um 90° gekreuzte Transmissionsachsen aufweisen, kein Licht hindurchtritt, da den ersten Polarisationsfilter nur derart polarisiertes Licht passiert, das vom zweiten Polarisationsfilter gesperrt wird. Wird nun zwischen die Polarisationsfilter ein anisotropes Material mit einer ausgezeichneten optischen Achse gebracht, so kann ein Strahl oder Teilstrahl entstehen, dessen Polarisationsrichtung um 90° gedreht ist. Dieses Licht tritt durch den zweiten Polarisationsfilter hindurch, so daß es zu einer klaren Abbildung der Materialkante auf dem Lichtempfänger kommt. Diese Abbildung ist wesentlich unempfindlicher gegenüber Verschmutzungen als eine Abbildung aufgrund einer Reflexion. Das Problem dieses Vorschlags besteht jedoch darin, daß ein Strahl oder Teilstrahl mit gedrehter Polarisationsrichtung nicht auftritt, wenn das Licht entlang der optischen Achse des transparenten Materials in dieses eintritt. Das Licht muß also zur optischen Achse einen Winkel bilden, der gewährleistet, daß sich ein gut erfaßbarer, in seiner Polarisationsrichtung gedrehter Lichtanteil ergibt. Die optische Achse transparenter, anisotroper Materialien weist jedoch bedingt durch den Herstellungsvorgang und mechanische Spannungen auch bei einem Material gleicher chemischer Zusammensetzung unterschiedliche Ausrichtungen auf. Eine derartige Einrichtung muß also gegenüber der jeweiligen optischen Achse eine Ausrichtung erfahren, bei der der in seiner Polarisationsrichtung gedrehte Strahl in einer gut erfaßbaren Stärke entsteht. Diese Ausrichtung muß jedoch aus den o.g. Gründen mit jedem zu erfassenden Materialstück neu erfolgen. Handelt es sich um eine Bahn zum Transport eines Gutes, so ist mit jedem Austausch der Bahn gegen eine neue Bahn eine Ausrichtung des Sensors zur optischen Achse der neuen Bahn erforderlich. Dieses Problem kann auch schon mit einer Erhöhung oder Erniedrigung der mechanischen Spannung der Bahn auftreten.

Gegenüber diesem Vorschlag liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Erfassung der Lage einer Kante eines transparenten, anisotropen Materials

derart auszugestalten, daß sie ohne Montagearbeiten für die Erfassung von Material mit unterschiedlich ausgerichteten optischen Achsen einsetzbar ist.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß der mindestens ein Sensor derart anordenbar und/oder ausgebildet ist, daß unterschiedliche Winkel zwischen der Transmissionsachse des ersten Polarisationsfilters und der optischen Achse des transparenten, anisotropen Materials möglich sind.

Damit ist eine Einrichtung verfügbar, welche die Kante eines transparenten, anisotropen Materials erfassen kann und wobei durch eine einfache Schwenkbewegung oder sonstige Positionsänderung mit Änderung der Winkelstellung des polarisierten Lichts eine Position erzielbar ist, in welcher die zur Erfassung des Materials erforderliche Ausrichtung zur optischen Achse des jeweiligen Materials möglich ist. Auf diese Weise ist eine exakte Erfassung einer derartigen Materialkante möglich, die relativ unempfindlich gegen Verschmutzung ist und dadurch insbesondere für Bahnkantensteuerungen umlaufender und Material transportierender Bahnen, wie beispielsweise der Bahnkantensteuerung bei transparenten, anisotropen Bahnen von elektrophotografischen Druckmaschinen die eingangs genannten Probleme löst.

Das Problem unterschiedlicher optischer Achsen tritt dabei vor allem dadurch auf, daß die optischen Achsen von Bahnen fertigungsbedingt unterschiedliche Ausrichtungen aufweisen und dadurch die Erfassung und Regelung der Lage einer solchen Bahn schwierig ist. Durch die erfindungsgemäße Einrichtung ist nunmehr eine Bahnkantensteuerung verfügbar, bei der der Strahlengang gegenüber der Kante einer zu erfassenden transparenten, anisotropen Bahn derart ausgerichtet oder ausrichtbar ist, daß er auf alle möglichen Verläufe optischer Achsen infolge einer Änderung der optischen Achse der/einer Bahn einstellbar ist, ohne daß dazu Montagearbeiten erforderlich sind. Zu diesem Zweck kann ein Sensor schwenkbar angeordnet sein, es können mehrere Sensoren in verschiedenen Winkelstellungen angeordnet sein und der entsprechende Sensor ausgewählt werden oder es ist ein Strahlengang eines Sensors derart umstellbar ausge-

bildet, daß er und damit das polarisierte Licht verschiedene Winkelstellungen zu dem zu erfassenden Material und damit zu dessen optischer Achse einnehmen kann.

Durch die erfindungsgemäße Einrichtung wird insbesondere bei Druckmaschinen der Wartungsaufwand, der Einsatz von Montagepersonal und die Maschinenstillstandszeit bei einem Wechsel der Bahn verringert. Auch bei einer Änderung der mechanischen Spannung einer Bahn und einer damit einhergehenden Änderung der Lage der optischen Achse kann die Einrichtung bezüglich der Ausrichtung des Strahlengangs ohne großen Aufwand nachgestellt werden. Ein weiteres Einsatzgebiet der Erfindung ist die Erfassung der Kanten einzelner Materialstücke, da auch in diesem Fall dem unterschiedlichen Verlauf der optischen Achsen Rechnung getragen werden muß.

Durch die erfindungsgemäße Einrichtung kann auf einfache Weise erreicht werden, daß das polarisierte Licht zum Material eine Winkelstellung einnimmt, bei der eine Drehung des aus dem ersten Polarisationsfilter austretenden Lichts durch das zu erfassende Material in einem zu Erfassung einer Kante ausreichenden Maß stattfindet, wobei vorzugsweise ein Winkel zwischen der Transmissionsachse des ersten Polarisationsfilters und der optischen Achse des transparenten, anisotropen Materials gewählt ist, bei dem eine möglichst gute Abbildung der Kante auf dem Lichtempfänger möglich ist. Ein Optimum wird bei einem Winkel von 45° erreicht, jedoch ist ein Winkel in einem Bereich zwischen 25° und 65° zur Abbildung einer Kante ausreichend.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten der Ausgestaltung der Verbringbarkeit des Sensors in verschiedene Positionen zur Erzielung der genannten Winkel oder einer sonstigen Bereitstellung verschiedener Winkelstellungen des polarisierten Lichts zum zu erfassenden Material. Es kann vorgesehen sein, daß der Winkel zwischen der Transmissionsachse und der optischen Achse exakt eingestellt wird oder daß eine Winkelstellung eines Sensors gewählt wird, die im Bereich der Winkel von 25° bis 65° liegt. Oft reicht es aus, daß zwei definierte Winkelstellungen vorgesehen sind und zum jeweiligen Material die Winkelstellung gewählt wird, bei der die Kante besser abgebildet ist. Es ist

jedoch auch möglich, daß ein Vielzahl definierter Winkelstellungen vorgesehen ist und zum jeweiligen Material die Winkelstellung gewählt wird, bei der die Kante besser abgebildet wird. Letzteres oder eine exakte Einstellung des Winkels ist zweckmäßig, wenn die Ausrichtungen der optischen Achsen des zu erfassenden Materials nicht auf einen bestimmten Winkelbereich beschränkt ist, sondern die optischen Achsen alle möglichen unterschiedlichen Richtungen einnehmen können oder wenn es für eine gute Abbildung der Kante erforderlich ist, daß ein möglichst optimaler Winkel gewählt wird, beispielsweise wenn ein Material verminderter Transparenz, zum Beispiel durch Verschmutzung, erfaßt werden muß.

Es kann vorgesehen sein, daß der Sensor von Hand in die verschiedenen Positionen schwenkbar und dort arretierbar ist. Dies ist mit einer beliebigen einfachen Mechanik realisierbar. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, daß ein Antrieb vorgesehen ist, der einen Sensor in die optimalste Position von möglichen Positionen mit verschiedenen Winkelstellungen verbringt. Dies ist von Vorteil, wenn der Sensor an einer Stelle der Maschine angeordnet ist, die schwer zugänglich ist. Weiterhin kann eine Steuerung vorgesehen sein, die mit dem Lichtempfänger verbunden ist und die die Winkelstellung zur Abbildung der Kante auf dem Lichtempfänger auswählt. Sie kann beispielsweise die Verbringung eines Sensors in seine optimale Position veranlassen. Beispielsweise kann die Steuerung dafür sorgen, daß mehrere Positionen durchgeschaltet werden und die kontrastreichste Abbildung der Kante gewählt wird. Sie kann aber auch aus Winkelstellungen mehrerer in beliebiger Weise installierter Strahlengänge den optimalsten Strahlengang aussuchen oder einen Strahlengang in entsprechender Weise verstellen. Eine derartige Vorrichtung ist sehr komfortabel, da keinerlei Bedienungsaufwand mehr erforderlich ist. Handelt es sich bei dem zu erfassenden Material um einzelne transportierte Stücke, welche optische Achsen verschiedener Ausrichtung aufweisen, so ist eine derartige Steuerung eine sehr zweckmäßige Lösung, da sie automatisch eine gute Erfassung der Kanten gewährleistet.

Eine Steuerung kann weiterhin derart ausgebildet sein, daß sie die Intensität der Lichtquelle und/oder die Ansprechempfindlichkeit des Lichtempfängers regelt. Dies hat den Vorteil, daß die Vorrichtung auf eine Änderung von Umständen automatische reagiert und dadurch die einwandfreie Abbildung der Kante gewährleistet. Solche Änderungen können darin bestehen, daß eine Verschmutzung auftritt oder daß Materialien verschiedenen starker Lichtdurchlässigkeit erfaßt werden sollen.

Die Steuerung kann die Einstellwerte aufgrund eines entsprechenden Algorithmuses eines Programmes regeln oder es ist möglich, daß in der Steuerung Einstellwerte für definierte Positionen hinterlegt sind. Auf diese Weise ist eine optimale Einstellung gewährleistet.

Der Lichtempfänger kann aus mehreren Empfangselementen gebildet sein, beispielsweise kann er als Zeile von Empfangselementen ausgebildet sein, z. B. aus einer CCD-Zeile, oder es ist möglich, daß der Lichtempfänger als Flächenempfänger ausgebildet ist. Mit diesen Anordnungen werden digitale Positionswerte zur Weiterverarbeitung in einer elektronischen Steuerung gewonnen. Dabei hat ein Flächenempfänger den Vorteil, daß mittels eines einzigen Empfängers auch die Schräglage einer Kante erfaßt werden kann.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bahnkantensteuerung mit einer erfindungsgemäßen Einrichtung, die als schwenkbarer Sensor ausgebildet ist,

Fig. 2 das Funktionsprinzip eines solchen Sensors,

Fig. 3a, 3b

und 3c die Auswirkungen von verschiedenen Winkelstellungen des polarisierten

Lichts zu einem Material mit verschiedenen Winkelstellungen der optischen Achse bezüglich des Wirkungsgrades eines Sensors und

Fig. 4 ein Beispiel für produktionsbedingte unterschiedliche Winkelstellungen der optischen Achse einer Bahn.

Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bahnkantensteuerung 16 mit einer erfindungsgemäßen Einrichtung, die als schwenkbarer Sensor 1 ausgebildet ist. Der Sensor 1 dient der Erfassung einer Kante 2 eines transparenten, anisotropen Materials 3, beispielsweise einer transparenten Bahn 3'.

Der Sensor 1 besteht aus einer Lichtquelle 4 und zwei Polarisationsfiltern 6, 7, deren Transmissionsachsen 8, 9 um 90° gekreuzt sind. Weiterhin ist ein Lichtempfänger 10 angeordnet, der beispielsweise als CCD-Zeile ausgebildet ist oder als Array von Empfangselementen. Die Lichtquelle 4 und der erste Polarisationsfilter 6 befinden sich auf der einen Seite des bezüglich seiner Kante 2 zu erfassenden transparenten, anisotropischen Materials 3 oder 3' und der zweite Polarisationsfilter 7 mit dem Lichtempfänger 10 befinden sich auf der anderen Seite des Materials 3, 3'.

Die Erfindung schlägt vor, die Lichtquelle 4, die Polarisationsfilter 6, 7 sowie den Lichtempfänger 10 derart anordenbar auszubilden, daß der Sensor 1 verschiedene Positionen 11, 11', 11'', ... einnehmen kann, in denen das polarisierte Licht 5 verschiedene Winkelstellungen 12, 12', 12'', ... zu dem zu erfassenden Material 3, 3' einnehmen kann, wobei die Positionen 11, 11', 11'', ... mit den verschiedenen Winkelstellungen 12, 12', 12'', ... dazu dienen, einen Winkel 32 der Transmissionsachse 8 des ersten Polarisationsfilters 5 zur optischen Achse 14 des Materials 3, 3' aufzufinden (siehe Fig. 2), in dem eine gute Erfassung der Kante 2 möglich ist. Zu diesem Zweck ist der Sensor 1 derart ausgebildet, daß sich die Lichtquelle 4, die Polarisationsfilter 6, 7 sowie der Lichtempfänger 10 auf einem gemeinsamen Träger 30 befinden, der um eine Schwenkachse 19 schwenkbar ist. Diese Schwenkbarkeit ist derart ausgestaltet, daß sich der

Sensor 1 von der gezeichneten Position 11 in andere Positionen 11', 11'', ... bewegen läßt, um eine Position 11, 11', 11'', ... auswählen zu können, in der das polarisierte Licht 5 mit der optischen Achse 14 des Materials 3, 3' einen ausreichenden Winkel bildet, um einen Lichtanteil zu gewährleisten, dessen Polarisationsrichtung 22 gedreht ist und der ausreichend intensiv ist, um ihn mit dem Lichtempfänger 10 erfassen zu können. Zu diesem Zweck kann der Sensor 1 und damit das polarisierte Licht 5 die im Ausführungsbeispiel dargestellten Winkelstellungen 12' oder 12'' einnehmen. Dabei ist es möglich, die beiden dargestellten Positionen 12', 12'' vorzusehen oder es können auch beliebige Winkelstellungen 12 innerhalb des mechanisch möglichen Schwenkbereichs als mögliche Positionen vorgesehen sein.

Ein derartiger Sensor 1 kann von Hand schwenkbar und in verschiedenen Positionen 11, 11', 11'', ... arretierbar ausgebildet sein. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein Antrieb 13 vorgesehen, der den Sensor 1 in die verschiedenen Positionen 11, 11', 11'', ... bewegen kann. Dazu dient eine Steuerung 15, die durch eine Verbindungsleitung 20 mit dem Lichtempfänger 10 verbunden ist und welche eine Position 11, 11', 11'', ... des Sensors 1 aussucht und mittels des Antriebs 13 die Einnahme einer Position 11, 11', 11'', ... veranlaßt, in der die Kante 2 sich deutlich auf dem Lichtempfänger 10 abbildet. Ist eine solche deutliche Abbildung erzielt, so veranlaßt die Steuerung 15 aufgrund der vom Lichtempfänger 10 ermittelten Werte eine Stellbewegung 17 zur Erzielung der Sollposition der Kante 2 mittels einer Bahnkantenstelleinrichtung 18, die ebenfalls durch eine Verbindungsleitung 20 mit der Steuerung 15 verbunden ist. Bei dem Antrieb 13, der Steuerung 15 und der Bahnkantenstelleinrichtung 18 handelt es sich um eine Prinzipdarstellung. Die Ausgestaltung dieser Elemente kann beliebig sein, wobei ein solcher Antrieb und die Steuerung auch die oben erwähnte vertikale Achse stellen können.

Fig. 2 zeigt das Funktionsprinzip des Sensors 1. Die Lichtquelle 4 sendet unpolarisiertes Licht 21 aus, wobei der erste Polarisationsfilter 6 nur polarisiertes Licht 5 hindurchläßt, das eine in seiner Transmissionsachse 8 liegende Polarisationsrichtung 22 aufweist.

Dabei befindet sich im dargestellten Beispiel die Transmissionsachse 8 zu einem Koordinatensystem x, y, z in einem Winkel von $+45^\circ$ zur y -Achse in der y - z -Ebene. Soweit dieses polarisierte Licht 5 nicht auf ein transparentes, anisotropes Material 3 oder 3' trifft, behält es die Polarisationsrichtung 22 bei und trifft auf den zweiten Polarisationsfilter 7, dessen Transmissionsachse 9 zur Transmissionsachse 8 des ersten Polarisationsfilter 6 um 90° gedreht ist, also einen Winkel von -45° zur y -Achse aufweisend in der y - z -Ebene liegt. Dadurch kann das polarisierte Licht 5 der oberhalb des transparenten Materials 3 verlaufenden Strahlen nicht durch den zweiten Polarisationsfilter 7 hindurchtreten. Anders verhält es sich mit den Strahlen des polarisierten Lichts 5, die auf das transparente, anisotrope Material 3 treffen. Durch den Verlauf der optischen Achse 14 des Materials 3 kommt es bezüglich eines Anteils des Lichtes 5 zu einer Drehung der Polarisationsrichtung 22, durch welche dieser Anteil des Lichts 5 in Richtung der Transmissionsachse 9 des zweiten Polarisationsfilters 7 polarisiert ist und daher durch den zweiten Polarisationsfilter 7 hindurchtreten kann. Das durch den zweiten Polarisationsfilter 9 hindurchtretende polarisierte Licht 5 wird durch einen Lichtempfänger 10 erfaßt. Dabei entsteht eine beleuchtete Fläche 23 mittels dieses polarisierten Lichts 5. Dabei werden auch die Kanten 2 des Materials 3 als Kanten 24 abgebildet. Auf diese Weise wird die Lage des transparenten Materials 3 und seiner Kanten 2 exakt erfaßt. Die übrige Fläche des Lichtempfängers 10 bleibt dunkel, da nicht durch das transparente Material 3 in seiner Polarisationsrichtung 22 gedrehte polarisierte Licht 5 mittels des zweiten Polarisationsfilters 7 gesperrt ist.

Die Erfindung dient der Einrichtung der Transmissionsachse 8 des ersten Polarisationsfilters 6 zur optischen Achse 14, um durch die gewählte Winkelstellung 12 zu gewährleisten, daß das am Lichtempfänger 10 ankommende polarisierte Licht 5 eine derartige Stärke aufweist, daß die Kanten 2 als deutlich abgebildete Kanten 24 erfaßt werden können. Die Winkelstellung 12 läßt sich durch eine Schwenkung erzielen, die entsprechend der Darstellung in Fig. 1 um die strichpunktirt eingetragene Achse 19 in Richtung der strichpunktirten, die Winkelstellungen 12 andeutenden Pfeile erfolgt. Da die Schwenkung in der y - z -Ebene stattfindet, ändert sie die Winkelstellung 12 zwischen

dem polarisierten Licht 5 und dem zu erfassenden Material 3, 3' und damit zwischen Transmissionsachse 8 und optischer Achse 14. Vollzieht sich die Änderung der Winkelstellung 25 der optischen Achse 14 des Materials 3, 3' ebenfalls in der y-z-Ebene, wie dies durch die strichpunktiierten Pfeile, die die Winkelstellung 25 symbolisieren, dargestellt ist, so kann innerhalb dieser Ebene eine Zuordnung des Verlaufs der Transmissionsachse 8 zu optischen Achse 14 erzielt werden, die eine Drehung der Polarisationsrichtung 22 in ausreichendem Maß gewährleistet.

Die **Fig. 3a, 3b und 3c** zeigen Auswirkungen von verschiedenen Winkelstellungen 12, 12', 12'', ... des polarisierten Lichts 5 zu einem Material 3, 3' mit verschiedenen Winkelstellungen 25, 25', 25'', ... der optischen Achse 14 bezüglich des Wirkungsgrades 26 eines Sensors 1.

Dabei zeigt die **Fig. 3a** verschiedene Winkelstellungen 25 der optischen Achse 14 des Materials 3, wobei sich die Winkelstellung 25' bei -35° und die Winkelstellung 25'' bei +35° befindet. Der dazwischen liegende Bereich ist ein üblicher Bereich von Schwankungen von Winkelstellungen 25 von optischen Achsen 14 bei der Herstellung von transparenten Bahnen 3'.

Die **Fig. 3b** zeigt Schwenkbewegungen des Sensors 1, um diesen derart einzustellen, daß der Sensor 1 die Kante 2 eines Materials 3, 3' erfassen kann, obwohl verschiedene Winkelstellungen 25 der optischen Achse 14 des transparenten Materials 3, 3' auftreten. Dazu schlägt das Ausführungsbeispiel der **Fig. 3b** vor, daß der Sensor 1 eine Winkelstellung 12' von -17° oder eine Winkelstellung 12'' von +17° einnimmt. Er befindet sich also nicht in der gestrichelt gezeichneten 0°-Position 11, sondern in einer der Position 11' oder 11'' gegenüber dem zu erfassenden Material 3 oder 3'. Dabei ist die Schwenkung des Sensors 1 nur ein Beispiel dafür, daß das polarisierte Licht 5 verschiedene Winkelstellungen 12, 12', 12'', ... zum zu erfassenden Material 3, 3' einnehmen kann. Weitere Möglichkeiten, polarisiertes Licht 5 in verschiedenen Winkelstellungen 12, 12', 12'', ... zu installieren, sind denkbar.

Fig. 3c zeigt die Auswirkung der Winkelstellungen 12 oder 12' auf den Wirkungsgrad 26 des Sensors 1. Dabei zeigt die Kurve 27 zum Vergleich den Wirkungsgrad 26 eines Sensors 1, der sich in der in Fig. 3b gestrichelt gezeichneten Position 11 befindet. Dabei nimmt das polarisierte Licht 5 im Punkt 31 eine Winkelstellung von 0° zum Material 3 ein, wobei durch die Lage der Transmissionsachse 8 um 45° versetzt zur optischen Achse 14 (siehe Fig. 2) der maximal mögliche Wirkungsgrad 26 von 100% erzielt wird. Eine derartige Positionierung hat jedoch den Nachteil, daß der Wirkungsgrad bis zu Winkeln 25 der optischen Achse 14 von -35° oder +35° auf 0 abfällt und daher der Sensor 1 außer Funktion ist.

Das Ausführungsbeispiel schlägt daher vor, daß der Sensor 1 in die zwei Positionen 11' und 11'' verbringbar ist, die in **Fig. 3b** dargestellt sind. Die Auswirkung ist in der **Fig. 3c** mittels der Kurven 28 und 29 eingezeichnet. Dabei zeigt die Kurve 28 den Wirkungsgrad eines Sensors 1, bei dem sich das polarisierte Licht 5 in der Winkelstellung 12', also bei -17° bezüglich der Senkrechten auf der Oberfläche des Materials 3 befindet. Der andere Kurventeil 29 erstreckt sich im Gegensatz zum Kurventeil 28 im positiven Bereich und stellt den Wirkungsgrad 29 eines Sensors 1 dar, bei dem sich das polarisierte Licht 5 in der Winkelstellung 12'' von +17° bezüglich der Senkrechten auf der Oberfläche des Materials 3 befindet. Dabei sind die beiden Winkelstellungen 12' und 12'' derart ausgelegt, daß der optimale Wirkungsgrad 26 in diesen Winkelstellungen 12' und 12'' also bei -17° oder +17° gewährleistet ist. In diesen Punkten 31 und 31' werden 100% der möglichen Wirkung 26 dadurch erzielt, daß sich in der Winkelstellung 12' und 12'' des polarisierte Lichts 5 jeweils die Transmissionsachse 8 in einem Winkel von 45° zu einer optischen Achse 14 befindet (siehe Fig. 2). Es ist also daraus zu ersehen, wie schon durch die Einnahme von zwei möglichen Winkelstellungen 12' und 12'' erreicht werden kann, daß ein transparentes Material 3, 3' erfaßbar ist, dessen optische Achse 14 sich in einem Winkelbereich 25 von weit über +40° bis -40° bewegt, wobei bei einem Winkel von 35° der Wirkungsgrad 26 immer noch bei mindestens 80% liegt. Es sind daher Materialien bis zu Winkelabweichungen 25 der optischen Achsen 14

von $\pm 45^\circ$ bezogen auf die 0° -Position noch gut erfäßbar, was bei der Position 12 nicht möglich ist.

Fig. 4 zeigt ein Beispiel für produktionsbedingte Winkelstellungen 25 der optischen Achse 14 von transparenten, anisotropen Bahnen 3'. Bei der Produktion solcher Bahnen 3' werden aus wirtschaftlichen Gründen oftmals breitere Bahnen hergestellt, aus denen dann mehrere Bahnen 3' geschnitten werden. Produktionsbedingt tritt dabei ein Verlauf von Winkelstellungen 25 der optischen Achsen 14 auf, der dem eingezeichneten Verlauf entspricht. Damit kann der Verlauf der optischen Achse 14 beispielsweise zwischen 0° und maximal $\pm 45^\circ$ variieren, wobei auch bei den einzelnen Bahnen 3' über ihre Breite gesehen gewisse Winkelunterschiede anzutreffen sind. Der Sensor 1 muß also auf die Winkelstellung 25 der optischen Achse 14 in dem Bereich einer Bahn 3' eingestellt werden, in dem die Kante 2 erfaßt werden soll. Dies ist durch die Schwenkbewegung des erfindungsgemäßen Sensors 1 oder einer sonstigen Änderung der Winkelstellung 25, 25', 25'', ... des polarisierten Lichts 5 kein Problem und es ist möglich, derartige Bahnen 3 genau zu erfassen und die Position der Bahnen 3' durch eine Stellbewegung 17 auf der Grundlage dieser Erfassung zu regeln. Dies ist gerade bei elektrophotographischen Druckmaschinen von besonderer Bedeutung, da dort Bahnen 3' der in Fig. 4 gezeichneten Art verwendet werden und bei einem Wechsel einer Bahn 3' eine Bahnkantensteuerung 16 ohne Zeitverlust auf den neuen Verlauf der optischen Achse 14 einstellbar sein muß, um die Maschine mit einer minimalen Stillstandszeit weiter zu betreiben. Außerdem ist es durch die Erfindung möglich, daß der Betreiber der Druckmaschine die Bahn 3' selbst wechseln kann, da keine aufwendigen Arbeiten zur Einstellung des Sensors 1 erforderlich sind.

Die Darstellungen sind selbstverständlich nur beispielhaft, sie zeigen eine Möglichkeit, wie ein Sensor 1 und eine Bahnkantensteuerung 16 realisiert werden können und verdeutlichen das Funktionsprinzip der Erfindung. Verschiedene Positionen eines Sensors 1 können nicht nur durch Schwenkbewegungen um eine Schwenkachse 19 erzielt werden, sondern es ist auch möglich, mittels anderer mechanischer Vorrichtun-

gen zur Positionierung des Sensors 1 in verschiedenen Positionen 11, 11', 11'', ... auch einen noch größeren Stellbereich zu erzielen. Weiterhin ist es möglich, auch beliebige Positionen 11 des Sensors 1 vorzusehen oder eine definierte Anzahl mehrerer Positionen 11, 11', 11'', Die jeweilige Ausgestaltung richtet sich danach, wie ein derartige

5 Sensor 1 konkret eingesetzt werden soll.

Selbstverständlich kann statt einer mechanischen Positionierung – wie bereits erwähnt – auch eine Anordnung mehrerer Sensoren 1 vorgesehen sein oder die Winkelstellungen 12, 12', 12'', ... können durch eine Auswahl eines Sensors 1 aus in verschiedenen

10 Winkelstellungen 12, 12', 12'', ... positionierten Sensoren 1 bestimmt werden. Auch ist es möglich, einen Sensor 1 mit optischen Wegen verschiedener Winkelstellungen 12, 12', 12'', ... auszustatten, von denen einer ausgewählt wird, um die Kante 2 eines Materials 3, 3' zu erfassen. Auch können verstellbare optische Wege vorgesehen sein.

**Einrichtung zur Erfassung der Lage einer Kante eines transparenten Materials,
Bahnkantensteuerung und Druckmaschine**

Bezugszeichenliste

1	Sensor
2	Kante
3, 3'	transparentes, anisotropes Material
3''	transparente Bahn
4	Lichtquelle
5	polarisiertes Licht
6	erster Polarisationsfilter
7	zweiter Polarisationsfilter
8	Transmissionsachse des ersten Polarisationsfilters
9	Transmissionsachse des zweiten Polarisationsfilters
10	Lichtempfänger
11, 11', 11'', ...	Positionen des Sensors
12, 12', 12'', ...	Winkelstellungen des polarisierten Lichts zum transparenten Material, z. B. als Winkelstellungen eines Sensors
13	Antrieb des Sensors
14	optische Achse des transparenten Materials / der transparenten Bahn
15	Steuerung
16	Bahnkantensteuerung
17	Stellbewegungen für die Bahnkante

- 18 Bahnkantenstelleinrichtung
- 19 Schwenkachse
- 20 Verbindungsleitungen
- 21 unpolarisiertes Licht
- 22 Polarisationsrichtung
- 23 beleuchtete Fläche des Lichtempfängers
- 24 abgebildete Kanten
- 25, 25', 25'' Winkelstellungen der optischen Achse des transparenten, anisotropen Materials
- 26 Wirkungsgrad des Sensors
- 27 Wirkungsgrad eines Sensors bei einer Winkelstellung 25 der optischen Achse 14 zwischen -40° und $+40^\circ$, wenn die Winkelstellung des Sensors bei 0° das Optimum erbringt (d.h. die Transmissionsachse 8 einen Winkel von 45° zu optischen Achse 14 bildet)
- 28 Wirkungsgrad eines Sensors bei einer Winkelstellung 25 der optischen Achse 14 zwischen -40° und 0° , wenn die Winkelstellung des Sensors bei -17° das Optimum erbringt (d.h. die Transmissionsachse 8 einen Winkel von 45° zu optischen Achse 14 bildet)
- 29 Wirkungsgrad eines Sensors bei einer Winkelstellung 25 der optischen Achse 14 zwischen 0° und $+40^\circ$, wenn die Winkelstellung des Sensors bei $+17^\circ$ das Optimum erbringt (d.h. die Transmissionsachse 8 einen Winkel von 45° zur optischen Achse 14 bildet)
- 30 gemeinsame Träger
- 31, 31' Punkte maximalen Wirkungsgrades (100%) durch eine Lage der Transmissionsachse 8 in einem Winkel von 45° zu optischen Achse 14
- 31 Punkt bei **einer** möglichen Winkelstellung
- 31' Punkte bei **zwei** möglichen Winkelstellungen
- 32 Winkel zwischen der Transmissionsachse 8 des ersten Polarisationsfilters und der optischen Achse 14 des transparenten anisotropen Materials

**Einrichtung zur Erfassung der Lage einer Kante eines transparenten Materials,
Bahnkantensteuerung und Druckmaschine**

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Erfassung der Lage einer Kante (2) eines transparenten, anisotropen Materials (3, 3') bestehend aus mindestens einem Sensor (1) mit einer Lichtquelle (4), zwei Polarisationsfiltern (6, 7) mit um 90° gekreuzten Transmissionsachsen (8, 9) sowie einem Lichtempfänger (10), wobei sich die Lichtquelle (4) und ein Polarisationsfilter (6) auf einer Seite der zu erfassenden Kante (2) und der zweite Polarisationsfilter (7) und der Lichtempfänger (10) auf der anderen Seite befinden und wobei der mindestens eine Sensor (1) derart anordenbar und/oder ausgebildet ist, daß unterschiedliche Winkel (32) zwischen der Transmissionsachse (8) des ersten Polarisationsfilters (6) und der optischen Achse (14) des transparenten, anisotropen Materials (3, 3') möglich sind.
2. Einrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein Winkel (32) gewählt ist, bei der eine Drehung des aus dem ersten Polarisationsfilter (6) austretenden Lichts (5) durch das zu erfassende Material (3, 3') in einem zur Erfassung einer Kante (2) ausreichenden Maß stattfindet.
3. Einrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein Winkel (32) gewählt ist, bei der eine möglichst gute Abbildung der Kante (2) auf dem Lichtempfänger (10) möglich ist.

4. Einrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Transmissionsachse (8) des ersten Polarisationsfilters (6) zur optischen Achse (14) des transparenten Materials (3, 3') einen Winkel im Bereich zwischen 25° und 65° bildet.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
 daß zwei definierte Winkelstellungen (12', 12'') vorgesehen sind und zum jeweiligen Material (3, 3') die Winkelstellung (12' oder 12'') gewählt wird, bei der die Kante (2) besser abgebildet wird.

6. Einrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
 daß eine Vielzahl definierter Winkelstellungen (12', 12'') vorgesehen ist und zum jeweiligen Material (3, 3') die Winkelstellung (12', 12'') gewählt wird, bei dem die Kante (2) besser abgebildet wird.

7. Einrichtung nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet,
 daß ein Antrieb (13) vorgesehen ist, der einen Sensor (1) in die optimalste Position (11, 11', 11'', ...) verbringt.

8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
 daß eine Steuerung (15) vorgesehen ist, die mit dem Lichtempfänger (10) verbunden ist und die Winkelstellung (12', 12'') zur Abbildung der Kante (2) auf dem Lichtempfänger (10) auswählt.

9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
 daß eine Steuerung (15) vorgesehen ist, die die Intensität der Lichtquelle (4) regelt.
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
 daß eine Steuerung (15) vorgesehen ist, die die Ansprechempfindlichkeit des Lichtempfängers regelt.
11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
 daß in der Steuerung (15) Einstellwerte für definierte Winkelstellungen ($12'$, $12''$) hinterlegt sind.
12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
 daß der Lichtempfänger (10) aus mehreren von Empfangselementen gebildet ist.
13. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
 daß der Lichtempfänger (10) als Flächenempfänger ausgebildet ist.
14. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
 daß der Lichtempfänger (10) aus einer Zeile von Empfangselementen besteht.

15. Bahnkantensteuerung (16) mit einer Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, einer Steuerung (15) und einer Bahnkantensteleinrichtung (18),

dadurch gekennzeichnet,

daß der mindestens eine Sensor (1) gegenüber der Kante (2) einer zu erfassenden transparenten, anisotropen Bahn (3') derart ausgebildet und/oder angeordnet ist, daß alle möglichen Verläufe optischer Achsen (14) infolge einer Änderung der optischen Achse (14) der/einer Bahn (3') berücksichtigt werden können.

16. Druckmaschine mit einer transparenten, anisotropen Bahn (3') zur Förderung von Drucksubstraten,

gekennzeichnet durch eine Bahnkantensteuerung (16) nach Anspruch 15.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2